Die petrographische und chemische Beschaffenheit der Kalisalzlagerstätte Krügershall zu Teutschental bei Halle a. d. S.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

vorgelegt von

Kurt Brunhöver †

aus Elbing (Westpreußen).

Halle a. d. Saale 1916
Emil Wolff & Söhne, Buchdruckerei.

Referent: Prof. Dr. H. E. Boeke.

Kurt Brunhöver ist am 19. August 1915 als Leutnant der Infanterie an der Ostfront fürs Vaterland gefallen. Unter seinem Nachlaß befand sich die Korrektur seiner Dissertation. Die Kosten für die Drucklegung werden vom „Verband für die wissenschaftliche Erforschung der deutschen Kalisalzlagerstätten“ und von dem Kaliwerk Krügerhall, Aktiengesellschaft zu Halle a. S. gemeinsam getragen.

H. E. Boeke.

Meinem lieben Großvater!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546028_0115

Stoffanordnung.

Seite

Einleitung 7
A. Geologisches 8
I. Geographische Lage des Bergwerks Krügershall und kurzer Überblick über die geologischen Verhältnisse der Umgebung 8
II. Profil des Schachtes von Krügershall 8
III. Beschreibung der geologischen Verhältnisse des Salzlagers 11
B. Petrographisches 17
I. Probenentnahme und Untersuchungsmethoden 17
II. Beschreibung der Salzgesteine nach ihrer makroskopischen und mikroskopischen Beschaffenheit 21
III. Ergebnisse der chemischen Analysen. 29
IV. Vergleich der Salzfolge von Krügershall mit der des Berlepsch-Bergwerks in Staßfurt . . 40
C. Zusammenfassung 42
D. Fossile Pflanzenreste in der älteren Salzfolge . . 43

Einleitung.

Die vorliegende Untersuchung wurde ausgeführt, um einen Beitrag zur Kenntnis der Salzlagerstätten der Mansfelder Mulde zu liefern, die erst vor verhältnismäßig kurzer Zeit durch den Bergbau erschlossen sind und von denen eine petrographische Beschreibung bisher noch nicht vorliegt.[1]) Überhaupt ist dieser Lagerstättentypus noch relativ wenig bekannt, und es erscheint daher insbesondere ein Vergleich mit den übrigen Salzprovinzen wünschenswert.

Die folgenden Ausführungen stützen sich im wesentlichen auf die im Bergwerk Krügershall gemachten Beobachtungen, doch werden gelegentlich auch Beobachtungen aus anderen Werken dieses Bezirks, die während der Ausführung der Arbeit befahren wurden, zum Vergleich herangezogen.

Zur Untersuchung des grauen Salztons war Material über ein zusammenhängendes Profil aus dem Werke Krügershall nicht zu erhalten, weil diese Schicht hier zur Zeit der Befahrungen nicht aufgeschlossen war; jedoch gelang es beim Abteufen des Schachtes der Gewerkschaft Saale bei Schlettau Proben eines vollständigen Profils des grauen Salztons zu entnehmen. Da einerseits die Entfernung zwischen Krügershall und der Gewerkschaft Saale nur gering ist — sie beträgt in der Luftlinie etwa 7 km — und andererseits die Salzablagerungen in beiden Grubenfeldern unverkennbare Übereinstimmung aufweisen, so darf man annehmen, daß auch in den Salztonablagerungen der genannten Werke erhebliche Unterschiede nicht bestehen und daß sich dasselbe Bild ergeben hätte, wenn man bei der Untersuchung von Material aus Krügershall ausgegangen wäre. Zum Vergleich wurde ferner noch ein Salztonprofil aus dem Grubenfelde der Gewerkschaft Salzmünde herangezogen.

---

[1]) Gegen Ende des verflossenen Jahres ist eine Spezialarbeit über dieses Gebiet erschienen: P. Kling, Das Tachhydritvorkommen in den Kalisalzlagerstätten der Mansfelder Mulde. Diss. Halle a. d. S. 1913.

A. Geologisches.

I. Geographische Lage des Kalisalzbergwerks Krügershall und kurzer Überblick über die geologischen Verhältnisse der Umgebung.

Das Kalisalzbergwerk Krügershall liegt etwa 13 km westlich von Halle a. d. S. unmittelbar am Bahnhof Teutschenthal der Strecke Halle a. d. S.—Cassel. Es befindet sich somit nahe dem südlichen Rande der Mansfelder Mulde und zwar auf dem nördlichen Flügel des Teutschentaler Spezialsattels (Fig. 1).

Infolge der schüsselförmigen Lagerung des Zechsteins in der Mansfelder Mulde, der konkordant auf Oberrotliegendem liegt und seinerseits von Buntsandstein und Muschelkalk konkordant überlagert wird, beschränkt sich der Abbau der Kalisalze vorwiegend auf die randlichen Teile dieses Bezirks. (Fig. 1.) Durch die an der Wende des Mesozoikums zum Känozoikum einsetzende Faltung, die zur Bildung der Mansfelder Mulde führte, wurde der Zechstein an den Grenzen des genannten Gebiets stark herausgehoben, so daß er zum Teil über Tage ansteht, zum Teil unter einer nicht sehr mächtigen Decke triadischer Schichten angetroffen wird. Dadurch sind an diesen Stellen günstige Bedingungen für die Ausbeutung der Salzlager vorhanden, während im Muldeninnern mit Rücksicht auf die Mächtigkeit der erhaltenen Triasschichten Kalisalze erst in etwa 1000 m Teufe anzutreffen sein würden und somit ihr Abbau zur Zeit kaum rationell wäre.

Die Mansfelder Mulde ist nur nach SO hin geöffnet. Ihre Grenze wird im NO durch die Hettstedt-Rothenburger Gebirgsbrücke gebildet, deren Gegenflügel sich zur Staßfurt-Halberstädter Mulde herabsenkt; im SW bildet der Hornburger Sattel den Abschluß gegen die Südharzer Mulde.[2])

Vermöge dieser scharfen Umgrenzungen gliedert die Mansfelder Mulde einen besonderen Salzbezirk von den übrigen Salzprovinzen ab, und es bot daher erhöhtes Interesse die Ausbildung des Salzgebirges innerhalb des genannten Gebiets zu untersuchen, insbesondere um durch Vergleich mit anderen bekannten Profiltypen genetische Schlüsse zu ziehen.

II. Profil des Schachtes von Krügershall.

Mit den Abteufarbeiten des Schachtes von Krügershall wurde im Jahre 1905 begonnen.

---

[2]) F. Beyschlag und K. v. Fritsch, Das jüngere Steinkohlengebirge und das Rotliegende in der Provinz Sachsen. Abh. d. Königl. preuß. geol. Landesanstalt, Neue Folge, Heft 10. Berlin 1899.

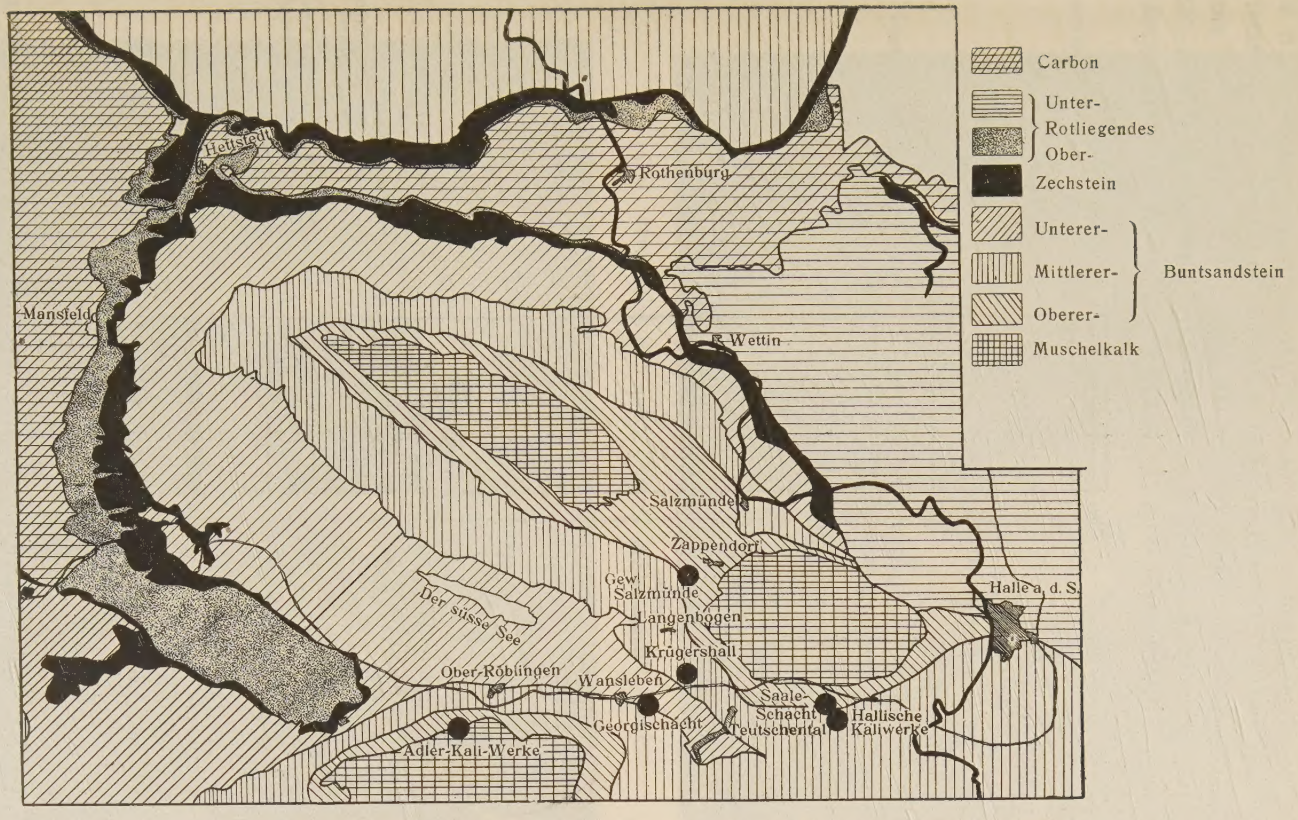


Fig. 1. Geologische Übersichtskarte der Mansfelder Mulde (nach Beyschlag). 1 : 300 000.

Nach Durchteufung des diluvialen Deckgebirges traf man in 8 m Tiefe auf mittleren Buntsandstein, der zum Teil aus einer Folge von Sandsteinbänken (m 22—116 und m 152—154) zum Teil aus wechsellagernden Schichten von rotem Ton und Sandstein (m 8—22 und m 116—152) besteht (Fig. 2). Bei m 154 wurde die Hangendgrenze

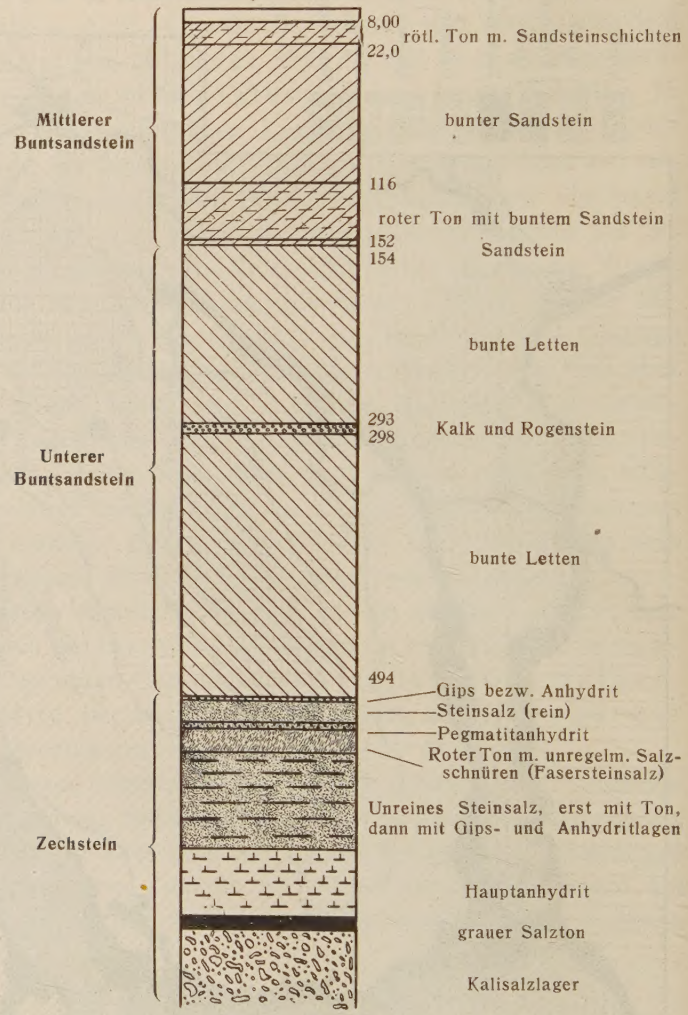
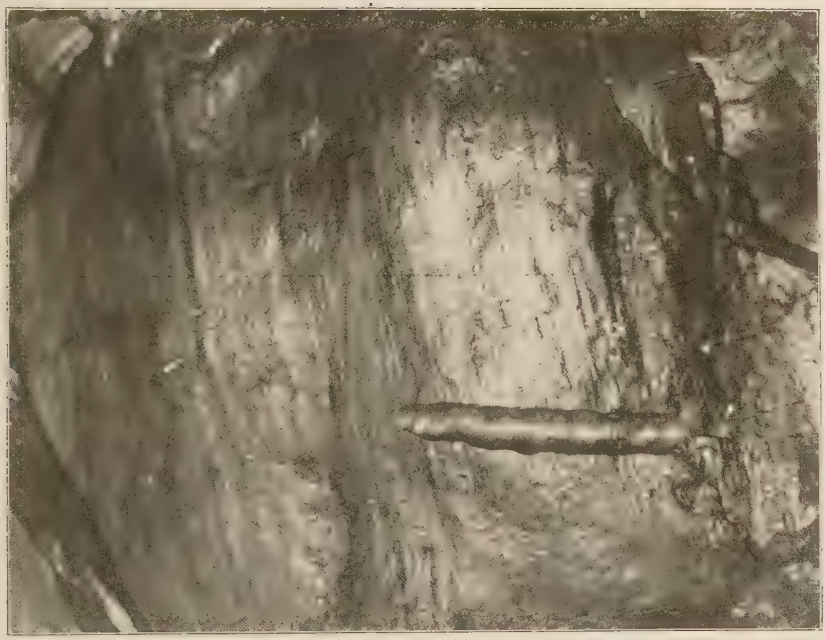


Fig. 2. Profil des Schachtes von Krügershall.

des unteren Buntsandsteins erreicht, der in seiner gesamten Mächtigkeit (etwa 340 m) aus bunten Letten besteht, denen bei m 293 eine Rogensteinbank von 5 m Stärke eingeschaltet ist.



1A. Harnische auf einer Scholle von grauem Salzton.

1B, Typischer Trümmercarnallit.

Die Grenze der Zechsteinformation wurde in 494 m Teufe angefahren, wo man auf eine 1 m mächtige Schicht von Gips bezw. Anhydrit stieß. Hieran schloß sich das jüngere Steinsalz, das zunächst in 14 m Mächtigkeit frei von anderen Beimengungen war, worauf eine 3 m mächtige Lage von Steinsalz mit Gips und Anhydrit folgt. Dieser letztgenannte Schichtkomplex umfaßt auch den sogenannten Pegmatitanhydrit, der ebenso wie im Schachte der Gewerkschaft Saale in typischer von E. Zimmermann beschriebener Ausbildung angetroffen wurde. Unterlagert werden diese Schichten von rotem Ton mit unregelmäßigen Salzschnüren (Fasersteinsalz) und von 63 m unreinem Steinsalz. Dann ist der 45 m mächtige Hauptanhydrit durchteuft, dessen Liegendes an dieser Stelle von 7 m grauem Salzton gebildet wird. Der Füllort des Schachtes steht im Kalisalzlager.

Das Streichen der Schichten im Schacht ist von SSO nach NNW gerichtet bei einem durchschnittlichen Einfallen von ca. 6° nach ONO. Infolge des geringen Einfallwinkels konnte auf eine Reduktion der angegebenen Zahlen auf wahre Mächtigkeit verzichtet werden, da sie nicht ins Gewicht fällt. (Sie beträgt insgesamt nur etwa 4 m.)[3])

III. Beschreibung der geologischen Verhältnisse des Salzlagers.

Die Lagerung des Flözes von Krügershall ist im allgemeinen als wenig gestört zu bezeichnen. Abgesehen von geringen Abweichungen ist ebenso wie in den benachbarten Hallischen Kaliwerken ein etwa SSO — NNW gerichtetes Generalstreichen im ganzen Grubenfelde ermittelt worden. Das Einfallen beträgt ebenso wie in den hangenden Schichten durchschnittlich 6° nach ONO.

Die vorhandenen Abweichungen beruhen nur auf Faltungen einzelner Salzschichten, wie sich an vielen Stellen des Lagers feststellen ließ. Die einzige erheblichere Störung, die das Lager in seiner ganzen Mächtigkeit betroffen hat, konnte in der Salzmünder Strecke beobachtet werden. In dieser Strecke, die im mittleren Teile des Lagers aufgefahren wurde, um mit der Gewerkschaft Salzmünde bei Zappendorf durchschlägig zu werden, wird das Einfallen in einer Entfernung von etwa 2 km vom Schacht verhältnismäßig plötzlich steiler, und es liegt schließlich fast saigere Lagerung vor. Bei einer 300 m langen Horizontalbohrung, die an dieser Stelle aus technischen

[3]) Die vorstehenden Angaben über die Schichtenfolge im Schacht verdanke ich der Liebenswürdigkeit der Bergwerksdirektion von Krügershall.

Gründen zur Klärung der Lagerungsverhältnisse angesetzt wurde, stieß man auf grauen Salzton, Hauptanhydrit und jüngeres Steinsalz. Im Felde von Salzmünde wurde bei dem Versuch nach Krügershall durchzufahren ebenfalls das Hangende angetroffen. Es handelt sich hier also um erhebliche tektonische Störungen, die zu steiler Faltenbildung geführt haben, wobei die Mächtigkeit des Lagers gleichzeitig auf etwa die Hälfte reduziert ist; ob es dabei zur Entstehung einer einzelnen oder mehrerer Falten gekommen ist, muß vorläufig dahingestellt bleiben, da die zur Entscheidung dieser Frage erforderlichen Aufschlüsse zur Zeit noch fehlen. Es mag bei dieser Gelegenheit erwähnt werden, daß das Auftreten der genannten Störung nicht überraschen konnte, denn im Gebiete von Salzmünde läßt sich eine gegenüber dem Grubenfelde von Krügershall weit beträchtlichere Wirkung tektonischer Kräfte vor allem an der mehrfachen Faltung des gesamten Lagers konstatieren.[4]) Man hat es also auf der Verbindungsstrecke der erwähnten Werke mit dem Übergang von einem tektonisch relativ wenig beeinflußten zu einem stark veränderten Gebiet zu tun. Als Anzeichen der tektonischen Bewegungen lassen sich in den hangenden Partien besonders der Salzmünder Lagerstätte Dislokationen des grauen Salztones erkennen, der in größeren Schollen in den Carnallit eingepreßt ist, wobei deutliche Harnische und Spiegel entstanden sind. (Tafel I, A.)

Die geologischen Verhältnisse des Salzlagers von Krügershall mögen nun im einzelnen vom Liegenden nach dem Hangenden erörtert werden.

Über das Liegende des älteren Steinsalzes von Krügershall und seine Mächtigkeit können genaue Angaben nicht gemacht werden, da das ältere Steinsalz an keiner Stelle des Grubenfeldes durchsunken ist. Auch in den Nachbarwerken und -Bohrungen ist dies nicht der Fall; Everding[5]) gibt die mittlere Mächtigkeit des älteren Steinsalzes in der Mansfelder Mulde zu 120—200 m an.

Im älteren Steinsalz von Krügershall sind Störungen vor allem an dem Verhalten der eingelagerten Schnüre zu erkennen. Diese sind meist stark gefältelt, und zwar kann man bei benachbarten Schnüren gewöhnlich konstatieren, daß die Fältelung zweifellos in gleichem Sinne erfolgt ist. Am Streckenstoß erscheinen die Zwischenlagen vielfach unterbrochen und erwecken zum Teil den Anschein schmitzen-

[4]) P. Kling, l. c. S. 13.
[5]) Everding, Deutschlands Kalibergbau. 1907. S. 97.

förmiger Einlagerungen. Bei genauer Beobachtung ergibt es sich jedoch, daß es sich um Zerreißungen ursprünglich zusammenhängender Lagen handelt, eine Erscheinung, die besonders deutlich wird bei Betrachtung dünner Handstücke im durchfallenden Lichte, wie auch H. Lück[6]) bei seiner Beschreibung des älteren Salzgebirges des Berlepsch-Bergwerks angibt.

Die besprochene Ausbildung der Schnüre ist nach dem ganzen Befunde als Wirkung tektonischen Drucks anzusprechen und macht eine andere Deutung, etwa durch Volumänderung im Salze selbst (z. B. Quellung durch Wasseraufnahme oder durch chemische Reaktionen), unwahrscheinlich. Darauf weisen auch mit Nachdruck interessante Ablösungsflächen hin, die in dem der Steinsalzgewinnung dienenden Abbau im südlichen Grubenfelde auftreten und auf große Entfernungen hin an der Firste zu verfolgen sind. Diese Ablösungsflächen zeigen entsprechend der Fältelungen der Schnüre wellenförmig gefurchtes Relief und sind infolge von gegenseitigen horizontalen Verschiebungen der Bänke vielfach mit spiegelnden Harnischen bedeckt. Auch das Auftreten kleiner Sättel und Mulden in den Horizonten des älteren Steinsalzes deutet auf die Wirkung tektonischer Kräfte hin. Ausgeprägter sind die erwähnten Erscheinungen im nördlichen Grubenfelde, wo sowohl die Fältelungen der einzelnen Schnüre als auch die Faltung zusammenhängender Schichtkomplexe im älteren Steinsalz an Intensität zunehmen.

Im Vertikalprofil von Krügershall werden die tektonischen Einwirkungen deutlicher in einer nach dem Hangenden zu folgenden Zone, die man ihrer Zusammensetzung nach als Carnallithalit bezeichnen kann. Hier treten zunächst zwischen starken Steinsalzbänken dünne Lagen von Carnallit auf, die mehr oder weniger stark deformiert sind. Sie bilden den Übergang zu dem eigentlichen Kalisalzlager, das als ein typischer Trümmercarnallit entwickelt ist, der hauptsächlich aus einem Gemenge von Carnallit und Kieserit mit eingelagerten Steinsalz- und Kieseritbrocken besteht. In den liegenden Partien dieses Trümmercarnallits (m 70—160)[7]) sind Steinsalzbänke von 0,05—0,85 m Mächtigkeit eingeschaltet, die durchweg tektonische Beeinflussung deutlich erkennen lassen. Zum Teil hat die Einwirkung sich

---

[6]) H. Lück, Beitrag zur Kenntnis des älteren Salzgebirges im Berlepsch-Bergwerk usw. Leipzig 1913. Seite 12. Abb. 9.

[7]) Betreffs der hier angegebenen Meterzahlen des Untersuchungsprofils vergl. Seite 17 ff.

durch starke Faltenbildung geäußert, zum Teil ist es zur Zerstückelung der Bänke gekommen. (Vgl. Tafel I, B.)[8])

Ob das Endresultat des tektonischen Einflusses eine Faltung oder eine Zertrümmerung war, scheint im wesentlichen von der Mächtigkeit der Bänke abzuhängen. Im allgemeinen kann man, wie bereits M. Naumann[9]) angibt, feststellen, daß Bänke, deren Mächtigkeit mehr als 0,15 m beträgt, nur selten zerrissen sind. Wenn zum Teil auch dünnere Lagen nur gefaltet sind, so dürfte dies auf die dämpfende Wirkung benachbarter stärkerer Bänke zurückzuführen sein. Es muß ferner darauf hingewiesen werden, daß das Verhalten ein und derselben Steinsalzlage nicht überall dasselbe ist; vielmehr kommen Stellen vor, an denen der Zusammenhang auf ziemliche Entfernung gut erhalten ist, während an andern Orten die Zertrümmerung so intensiv ist, daß man die Teile einer Bank überhaupt nicht mehr erkennt. Andererseits kann man aber auch an Stellen, wo zusammenhängende Steinsalzbänke im Trümmercarnallit fehlen, mitunter Steinsalzeinlagerungen finden, die so angeordnet sind, daß man aus ihnen unschwer eine ursprünglich vorhandene Lage rekonstruieren kann.

Eine Anzahl Kieseritbänkchen von 4 bis 6 cm Stärke haben sich den Steinsalzbänken ganz analog verhalten, sie weisen ebenfalls deutliche Zeichen tektonischer Veränderungen auf. Gewöhnlich sind sie stark zerrissen, und die einzelnen Stücke sind meist intensiv gefaltet, so daß wurmartige Formen entstehen. Immerhin kann man aber gerade hier die Zugehörigkeit zu einer Lage im allgemeinen recht gut konstatieren.

Alle diese Tatsachen weisen, wie M. Naumann[10]) angegeben hat, unverkennbar darauf hin, daß das genannte Carnallitgestein auf mechanischem Wege durch Zertrümmerung einer Wechsellagerung von Carnallit- mit Steinsalz- und Kieseritbänken entstanden ist, wobei nur tektonischer Druck als wirksame Kraft in Frage kommt.

Die bereits erwähnten dem Carnallitgestein eingelagerten Steinsalzbänke bilden charakteristische Leitschichten, die durch das ganze Lager zu verfolgen sind. Unter ihnen ist besonders die Steinsalzwurmbank zu nennen, die ihren Namen dem Umstande verdankt, daß sie sich durch sehr ausgeprägte Faltung und wurmartige Krümmung auszeichnet. Sie liegt bei m 160 des Profils und ist vor

[8]) Vergl. H. Lück, l. c. S. 23, Abb. 37 bis 39.
[9]) M. Naumann, Zeitschrift Kali 1913 VII. Jahrg. H. 4.
[10]) M. Naumann, l. c.

allem deshalb von Wichtigkeit, weil sie nach dem Hangenden zu einen deutlichen Abschluß in der Ablagerung der starken Steinsalzbänke bildet und somit besonders gut zu identifizieren ist.

Oberhalb der Steinsalzwurmbank ändert sich das Aussehen des Lagers, es erwecken diese Regionen zunächst den Anschein normaler Schichtgesteine. Bei genauer Beobachtung merkt man jedoch bald, daß es sich auch hier um Trümmercarnallit handelt, dessen Komponenten jedoch von geringerer Größe sind, so daß die Heterogenität des Gesteins nicht deutlich in Erscheinung tritt. Man hat das gesamte Carnillitgestein dieser Horizonte als eine Reibungsbreccie mit sehr weitgehender Zertrümmerung der einzelnen Bestandteile aufzufassen. Diese Ansicht setzt allerdings voraus, daß starke Druckkräfte wirksam gewesen sind. Wenn ihre Wirkungen in dem oberen Teile des Lagers zunächst weniger in die Augen fallen, so hat das vor allem seinen Grund in dem Fehlen der mächtigen Steinsalzbänke, die im unteren Teile zur Bildung grober Bruchstücke und verschlungener Falten Veranlassung gaben; die hangenden Partien dagegen, die ursprünglich homogener aufgebaut waren, konnten der Zertrümmerung nur geringeren Widerstand entgegensetzen, und es resultierte daher bei gleicher Intensität des Drucks ein Gestein, bei dem die ursprünglichen Schichtkomponenten viel inniger miteinander verknetet sind. Die verschiedene Ausbildung der oberen und unteren Teile des Lagers beruht also nur auf Verschiedenheit des Bildungsmaterials. Daß ein durchgreifender Unterschied nicht besteht, geht auch aus dem Umstande hervor, daß auch in den hangenden Partien einige Bänke der Zertrümmerung widerstanden haben, dafür aber deutlich die Einwirkung tektonischen Drucks an Faltungen erkennen lassen. So erscheint eine etwa 4 m oberhalb der Steinsalzwurmbank auftretende Steinsalzbank von 6—12 cm Mächtigkeit in recht erheblichem Maße gefaltet und seitlich zusammengeschoben, und in gleicher Weise verhält sich eine etwa 3,5 m höher liegende Kieseritbank von 8—10 cm Stärke, bei der die Faltungserscheinungen so ausgeprägt sind, daß sie von den Bergleuten als Kieseritwurmbank bezeichnet wird.

Schließlich ist noch eine recht typische ca. 10 cm mächtige Bank von gelblich gefärbtem, außerordentlich grobspätigem Steinsalz zu erwähnen, die etwa 10 m oberhalb der Steinsalzwurmbank auftritt. Zwischen dieser „spätigen" Steinsalzbank und dem grauen Salzton ist deutliche Wechsellagerung von Carnallit- und Steinsalzbänken zu konstatieren, und es sind hier nur ganz unbedeutende Fältelungen zu erkennen. Die Zertrümmerung ist hier wohl durch die dämpfende Wirkung des

Hangenden, insbesondere des grauen Salztons verhindert worden. (In Fig. 3 ist eine schematische Darstellung der Ausbildung des Kalilagers gegeben.)

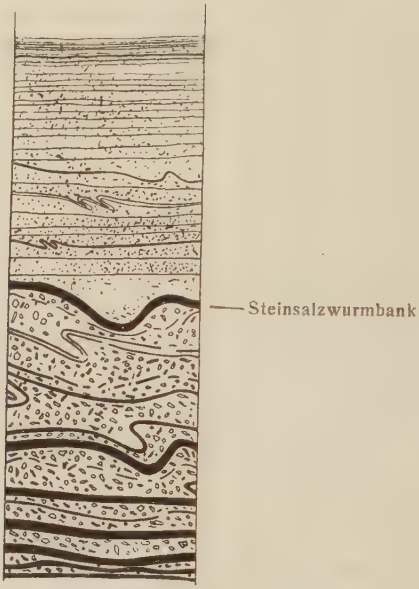


Fig. 3. Schematisches Vertikalprofil durch das Kalisalzlager.

Hinsichtlich der Frage inwieweit Übereinstimmung in den Salzablagerungen der Mansfelder Mulde herrscht, wurden Erörterungen über das Verhältnis der Salzfolge von Krügershall zu derjenigen der Hallischen Kaliwerke angestellt. Zur Entscheidung dienten die bereits als Leitschichten erwähnten Steinsalzbänke, deren horizontale Verbreitung sich unschwer feststellen läßt, da sie meist nicht homogen aufgebaut, sondern durch carnillitische oder kieseritische Zwischenlagen in charakteristischer Weise gegliedert sind. (Tafel II, A.)

So weist die Steinsalzwurmbank besonders eine etwa 1 cm starke weißliche Zwischenlage auf, die überall deutlich zu erkennen ist, während eine andere nur einige Millimeter starke tonige Lage nicht an allen Stellen sicher festgestellt werden konnte. An den angegebenen Kennzeichen konnte die Steinsalzwurmbank auf den Hallischen Kaliwerken leicht konstatiert werden; sie tritt hier in derselben Ausbildung auf, nur ist sie an der Beobachtungsstelle um etwa 10 cm weniger mächtig als in Krügershall (50—60 cm gegenüber 40—50 cm). Nachdem diese Bank auf beiden Werken identifiziert war, konnten auch einige der dar-

unterliegenden Bänke als durchgehende Horizonte bestimmt werden. Als besonders charakteristisch erwies sich hierfür noch eine Steinsalzbank von 0,85 m Mächtigkeit, die etwa 0,15 m unter ihrer Hangendgrenze durch eine kieseritische Lage geteilt war. Weiterhin gelang es auch die drei Bänke, welche in Krügershall deutliche Leitschichten oberhalb der Steinsalzwurmbank bezeichnen (die erwähnte 6—12 cm starke Steinsalzbank, die Kieseritwurmbank und die „spätige" Steinsalzbank), auf den Hallischen Kaliwerken ebenfalls zu ermitteln. Es kann aus diesem Grunde kein Zweifel über die Einheitlichkeit der Salzablagerungen in beiden Werken bestehen. Ob die Übereinstimmung der Salzfolgen in genetischer Beziehung sich noch weiter innerhalb der Mansfelder Mulde erstreckt, ist bislang noch nicht festgestellt, dürfte aber wohl als wahrscheinlich gelten.

Der zur Untersuchung benutzte graue Salzton aus dem Schachte der Gewerkschaft Saale bei Schlettau war an der durchteuften Stelle 8 m mächtig. Er war fast schwebend gelagert und zeigte nur geringe tektonische Störung, die sich durch das Auftreten von Spalten äußert. — Stärkere Störungen weist der graue Salzton im Felde von Salzmünde auf, wo er an einer durch die Verbindungsstrecke nach Krügershall aufgeschlossenen Stelle mit ca. 45° einfällt und besonders in seinen mittleren und hangenden Partien sehr stark zerklüftet ist.

Die Schichtenfolge im Hangenden des grauen Salztons ist wegen Mangels an geeigneten Aufschlüssen in dieser Arbeit nicht berücksichtigt worden. (Für das Profil vergl. S. 8 bis 11 und Fig. 2.)

B. Petrographisches.

I. Probenentnahme und Untersuchungsmethoden.

Die Untersuchungen sind in doppelter Weise ausgeführt worden; einerseits sollte die chemische Zusammensetzung der Salzgesteine bestimmt werden, andrerseits war ihr petrographischer Charakter zu ermitteln.

Dem ersten Zwecke diente die quantitative Analyse eines fortlaufenden Profils der gesamten älteren Salzfolge. Die Probenentnahme wurde durch das Vorhandensein sehr günstiger Aufschlüsse ermöglicht, die vor allem in einem 130 m langen Bremsberg bestanden, der die Verbindung eines umfangreichen Steinsalzabbaus mit der Schachtsohle herstellt. Als Nullpunkt dieses Profils wurde diejenige Stelle des Lagers angenommen, die beim Beginn der Arbeit den am

weitesten im Liegenden befindlichen Punkt bezeichnete (Fig. 4). Es war eine Stelle im älteren Steinsalz, dessen Schnüre hier nur aus Anhydrit bestanden, wie sich bei der Untersuchung ergab. Im älteren

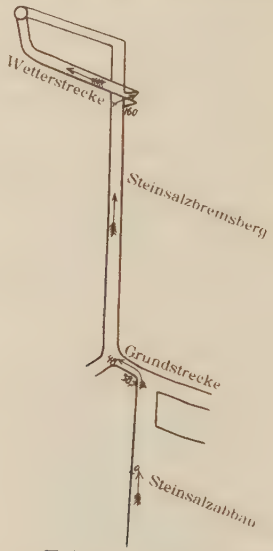
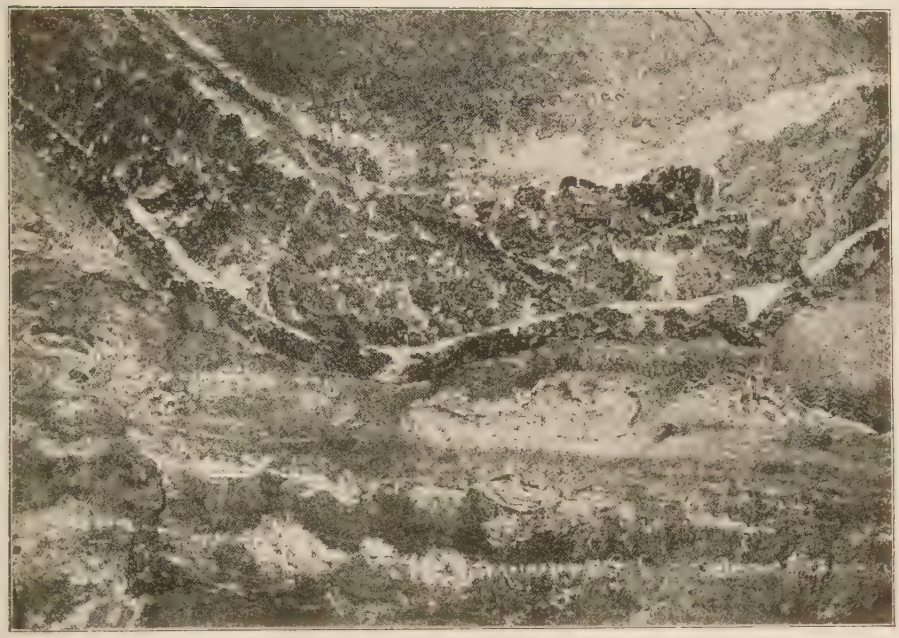


Fig. 4. Skizze zur Erläuterung der Probenentnahme.

Steinsalz und in den unteren Schichten des Carnallithalits erfolgte die Entnahme der Proben durch Hacken einer gleichmäßigen Rille über Strecken, die je etwa einem Meter wahrer Mächtigkeit entsprachen. Von m 0—38,7 wurden die Proben im Steinsalzbau entnommen, von dieser Stelle erfolgte die Probenentnahme in der Steinsalzgrundstrecke und dann im Steinsalzbremsberg.

In dem Abbau entsprachen je 12 m einem Meter Mächtigkeit, es waren somit von m 0—36 drei Proben gehackt. Die nächste Probe umfaßte m 36—40, da an der Umbiegungsstelle nach der Grundstrecke durch Auffaltung eines kleinen Sattels steilere Lagerung der Schichten eintritt. Von m 40—72 wurden die Proben über je 2 m entnommen (ebenfalls 1 m Mächtigkeit). Die nächsten Proben (m 72—92) reichten über je 5 m, da dies infolge Faltung einzelner Schichten ratsam erschien. Hieran anschließend wurde eine fortlaufende Probe von m 92—160 gehackt; es ist dies die Region der bereits erwähnten stark gefalteten Steinsalzbänke, die stellenweise auf ziemlich große Entfernungen der Bremsbergsohle parallel verlaufen. Die Analyse einzelner Proben hätte daher zum Teil einen viel zu hohen Steinsalzgehalt gezeigt, und man würde infolgedessen ein falsches Bild von der Zusam-



II A. Steinsalzleitschicht mit kieseritischer Zwischenlage.

II B. Älteres Steinsalz mit Anhydritschnüren.

mensetzung des Salzgesteins dieses Horizonts erhalten haben. Von der Steinsalzwurmbank (m 160) ab wurden die Proben im „Wetterüberbrechen" nach der südlichen Wetterstrecke und in dieser weiter bis zum Schacht entnommen. Hier ist mit etwa 3 m unterhalb des grauen Salztons der am weitesten im Hangenden liegende Punkt erreicht. Von der Steinsalzwurmbank bis zum Schacht erfolgte die Entnahme der Proben über je 4 m Mächtigkeit.

Die Ausführung der Analysen geschah nach den üblichen Methoden, wie sie in früheren salzpetrographischen Arbeiten [11]) mehrfach eingehend erwähnt worden sind. In den Proben von m 0—92 wurde Ca, Mg und SO_4 bestimmt, während von den letzten fünf Proben Vollanalysen ausgeführt wurden. Da in den oberen Horizonten Tachhydrit vorkommt, so erwies es sich bei den Vollanalysen erforderlich, außer der Menge des Gesamtcalciums die des alkohollöslichen Calciums zu ermitteln. Zu diesem Zweck wurden etwa 5 g der fein gepulverten Probe 10 bis 15 Minuten lang mit absolutem Alkohol geschüttelt; nach dem Filtrieren durch Hartfilter wurde der Alkohol verdampft, der Rückstand in Wasser gelöst und dann das Calcium als Oxalat, das Magnesium als Magnesiumammoniumphosphat gefällt. Eine gewisse Ungenauigkeit, die allerdings nicht sehr ins Gewicht fällt, haftet dieser Methode an, jedoch gibt es zurzeit keinen anderen Weg, um $CaCl_2$ bezw. $MgCl_2$ neben den Sulfaten derselben Metalle im Salzgestein zu bestimmen. Die Bestimmung des Kaliums erfolgte als Perchlorat.

Von einer Trennung des im Lösungsrückstande vorhandenen Aluminiums und Eisens wurde bei den Vollanalysen abgesehen, da Eisen stets nur in geringer Menge vorlag.

Außer den Hackproben wurden Hand- und Schleifstücke für die mineralogisch-petrographische Untersuchung geschlagen. Letztere geschah im allgemeinen durch Dünnschliffe, doch wurden gelegentlich auch Pulverpräparate unter dem Mikroskop betrachtet. Zu diesem Zwecke wurde eine fortlaufende Reihe von Flüssigkeitsgemischen hergestellt, deren Brechungsindices um je 5 Einheiten der dritten Dezimalen voneinander abwichen (von $n = 1{,}435$ bis $n = 1{,}730$, Einstellung mit dem Totalreflektometer von Pulfrich). Die Zusammensetzung er-

---

[11]) M. Naumann, Beitrag zur Kenntnis der Salzlagerstätte v. Glückauf-Sondershausen. N. Jahrbuch. für Miner. usw. 1911. Bl. Bd. XXXII.

O. Riedel, Chem.-mineral. Profil durch das ältere Salzgebirge des Berlepsch-Bergwerks bei Staßfurt. Zeitschr. f. Kristallogr. 1912. 50 u. A.

folgte nach den Angaben von F. E. Wright[12]), der die Komponenten so gewählt hat, daß die Änderung der Brechungsindices durch Verdunsten der gemischten Flüssigkeiten bei der Beobachtung praktisch gleich Null ist. Für die einzelnen Intervalle bewähren sich folgende Flüssigkeiten:

Petroleum + Terpentin
n = 1,435 — 1,470,
Nelkenöl + Aethylenbromid
1,475 — 1,535,
Nelkenöl + α-Monobromnaphthalin
1,540 — 1,630,
α-Monochlornaphthalin + α-Monobromnaphthalin
1,635—1,660,
α-Monobromnaphthalin + Methylenjodid
1,665 — 1,730.

Die Untersuchung von Pulverpräparaten mit Hilfe dieser Gemische leistet dann gute Dienste, wenn es darauf ankommt, ein Salzmineral schnell zu identifizieren. Man stellt dazu durch Beobachtung der Beckeschen Linie oder durch Anwendung der Methode von Schröder van der Kolk (schräge Beleuchtung) die Lage des Brechungskoeffizienten innerhalb der Flüssigkeitsskala fest. Die Anwendung monochromatischen Lichts ist bei der Diagnose gewöhnlicher Salzgesteine im Pulverpräparat meist überflüssig; dagegen ist es in vielen Fällen notwendig, vorher eine Trennung der Bestandteile nach der Schwere vorzunehmen, wodurch sich untergeordnete Mineralien, die der Auffindung im Dünnschliff entgehen können, leichter ermitteln lassen. Zur Beurteilung der Struktur eines Salzgesteins und der Art von Paragenesen, die ja oft wichtige Schlüsse auf die Genesis gestatten, bleibt natürlich die Dünnschliffbeobachtung durchaus unerläßlich.

Zur Untersuchung des grauen Salztons war im Saaleschacht von je ½ m Mächtigkeit eine Stufe geschlagen worden, so daß im ganzen 16 Proben vorlagen; als Probe 1 wurde der Kontakt mit dem Kalisalzlager bezeichnet. Die chemische Untersuchung wurde nach den von C. Reidemeister[13]) eingehend beschriebenen Methoden vor-

---

[12]) F. E. Wright, The Methods of petrographic-microscop Research, Washington 1911.

[13]) C. Reidemeister, Über Salztone und Plattendolomite etc. Dissert. Kiel (erschienen bei W. Knapp, Halle a. d. S., 1911).

genommen, während die mineralogische Untersuchung teils im Dünnschliff, teils im Pulverpräparat ausgeführt wurde.

II. Beschreibung der Salzgesteine nach ihrer makroskopischen und mikroskopischen Beschaffenheit.

Die liegenden Partien des älteren Steinsalzes von Krügershall zeichnen sich durch grobspätige Beschaffenheit aus; es finden sich außerdem gelegentlich Nester größerer Kristalle, und zwar gewöhnlich in der unmittelbaren Nachbarschaft der Schnüre. Während diese Nester in Krügershall an den der Beobachtung zugänglichen Stellen meist nur einen unbedeutenden Durchmesser besitzen (manchmal bloß einige Zentimeter), findet man im Felde von Salzmünde dieses Kristallsalz in größerer Menge; es tritt hier z. B. eine einheitliche Linse von ca. 15 m Durchmesser auf, und die einzelnen Steinsalzwürfel erreichen eine Kantenlänge von 5 bis 10 cm.

Man kann diese Ausbildung des Steinsalzes wohl nur durch Umkristallisation unter dem Einfluß von Durchtränkungsvorgängen erklären. Daß gerade in der Nähe der Anhydritschnüre oft größere Kristallindividuen gebildet sind, beruht vermutlich darauf, daß es an diesen Stellen infolge des dichten Gefüges der Schnüre zu einer Stagnation der Lösungen gekommen sein dürfte, durch die das Wachstum der Kristalle günstig beeinflußt wurde. (Eine ganz analoge Erscheinung beobachtete P. Kling[14]) beim Studium der Tachhydritbildung). Im älteren Steinsalz von Salzmünde deutet ferner der Umstand auf Durchtränkungs- und Rekristallisationsvorgänge hin, daß auf weitere Entfernungen die schwerlöslichen Mineralien nicht in Schnüren enthalten sind, sondern daß sie ganz unregelmäßig verteilt als Knollen auftreten.

Die Farbe des Salzes in Krügershall ist von m 0—48, abgesehen von den eingelagerten Schnüren, rein weiß, was auf das Vorhandensein nur geringer toniger Verunreinigungen schließen läßt. Der Abstand der Schnüre beträgt im allgemeinen 5 bis 10 cm, ihre Dicke ist durchschnittlich 3 bis 5 mm. (Tafel II B.)

Besonderes Interesse verdient die Ausbildung der Grenzen der Schnüre, da hieraus Schlüsse auf den Grund des periodischen Wechsels der Ausscheidung von Steinsalz und Anhydrit gezogen werden können. Ist die Unterseite der Schnüre im Gegensatz zu ihrer Oberseite als scharfe Grenze ausgebildet, so wäre mit großer Wahr-

[14]) P. Kling, l. c. S. 12.

scheinlichkeit der Schluß zu ziehen, daß die Ausscheidung der betreffenden Schnüre auf einem Konzentrationswechsel in Form von Laugenverdünnung durch Zuflüsse unter teilweiser Wiederauflösung des abgelagerten Steinsalzes beruhte. Wäre indessen die untere Grenze der Schnüre weniger scharf ausgebildet und eine allmähliche Anreicherung des Anhydritgehalts in ihrer Nähe zu konstatieren, so würde man geneigt sein, den periodischen Wechsel der Ausscheidungen auf Temperaturschwankungen und dadurch bedingte Änderung in der Löslichkeit des Calciumsulfats zurückzuführen.

Makroskopisch konnte der Entscheidung dieser Frage nicht nahegetreten werden, obwohl es gelegentlich bei den bereits erwähnten Ablösungsflächen [15]) den Anschein hatte, als ob die Unterseite der Schnüre als scharfe Grenze ausgebildet war. Im Dünnschliff zeigte sich jedoch, daß zu beiden Seiten der Schnüre butzenförmige Einlagerungen und einzelne Kristalle des die Schnur bildenden Minerals in der Steinsalzmasse auftreten, daß also eine scharfe Grenze fehlt.

Das Steinsalz selbst zeigt im Dünnschliff Spaltrisse und vielfach Flüssigkeitseinschlüsse, die teils den Spaltrissen parallel angeordnet sind, teils dagegen unregelmäßig gelagert auftreten. Die kleineren dieser Einschlüsse erscheinen meist in der Form negativer Würfel, während die größeren gewöhnlich als schlauchförmige, oft verzweigte Gebilde vorhanden sind. Der Inhalt besteht gewöhnlich aus einer wasserhellen Flüssigkeit, die nicht selten eine Libelle aufweist; mitunter waren auch zwei miteinander nicht mischbare Flüssigkeiten zu konstatieren, die durch einen deutlichen Meniskus gegeneinander abgegrenzt waren.

Die Schnüre bestehen von m 0—36 aus Anhydrit, dem nur geringe Spuren von Polyhalit beigemengt sind. Der Anhydrit ist meist feinkörnig ausgebildet, daneben finden sich allerdings besonders an den Rändern der Schnüre größere gut idiomorph ausgebildete Individuen, die dann meist deutliche Spaltrisse zeigen.

Etwa an der Umbiegungsstelle vom Steinsalzabbau nach der Steinsalzgrundstrecke (m 38,7 des Profils) wird das Steinsalz feinspätiger. Zugleich erscheint hier Polyhalit in den Schnüren, die sich dann zum Teil durch sehr ebenen Bruch von den Anhydritschnüren unterscheiden. Außerdem hat die hier auftretende Faltung eine geringe Stauchung der Lagen hervorgerufen, so daß sie stellenweise bis zu einigen Zentimetern anschwellen.

---

[15]) S. 13.

Im Dünnschliff von m 38,70 des Profils erscheint der Polyhalit in feinfaserig-filziger Ausbildung, während er in anderen Schliffen in größeren unregelmäßig-lappenförmigen Gebilden auftritt. Gelegentlich wurde im Dünnschliff ein besonders großes Polyhalitindividuum (zirka 1,6 cm Kantenlänge) angetroffen, das sehr stark verzwillingt war (Fig. 5); leider waren die Achsenbilder im konvergent polarisierten

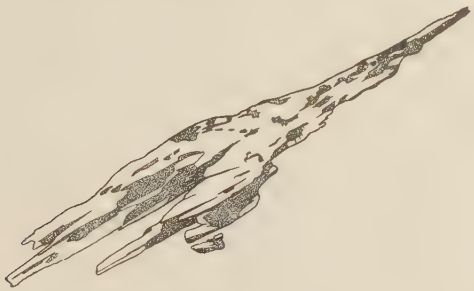


Fig. 5. Polyhalitkristall (stark verzwillingt). Länge ca. 1,6 cm.

Licht nicht hinreichend scharf für eine quantitative Messung der optischen Eigenschaften etwa nach der Becke-Wright-schen Methode.[16]) Bei einer Anzahl kleinerer Polyhalitkristalle traten scharfe kristallographische Umgrenzungen auf, und es wurden durch die Messung der Winkel die von F. Engel[17]) an Material von Salzdethfurt erhaltenen Resultate bestätigt.

Das erwähnte erste Auftreten größerer Mengen von Polyhalit bei m 38,70 stellt keineswegs eine scharfe Grenze zwischen einer Anhydrit- und Polyhalitregion dar, denn es ist von dieser Stelle ab durchaus nicht zur ausschließlichen Bildung von Polyhalit gekommen. Vielmehr kann man in den Schnüren meist Polyhalit und Anhydrit nebeneinander beobachten, wobei bald das eine, bald das andere Mineral den integrierenden Bestandteil ausmacht.[18]) So zeigt ein Schliff von m 46 fast ausschließlich Anhydrit, während in einem andern Schliff aus diesem Gebiet (m 46—48) Polyhalit vorherrscht. Bei dieser Paragenese mit Polyhalit kommt der Anhydrit oft in Gestalt korrodierter Kristalle vor, die von einem Polyhalitsaume umgeben sind, eine Erscheinung,

---

[16]) F. E. Wright, l. c.

[17]) F. Engel, Beitrag zur Kenntnis der Kalisalzlagerstätte von Salzdethfurt. Leipzig 1909. Mitt. a. d. Institut für Mineral. u. Petrogr. Nr. 49.

[18]) C. Rühle, Der Aufbau des Bernburger Sattels. Jahresber. des Niedersächs.-geolog. Vereins zu Hannover 1913.

die auf sekundäre Entstehung dieses Polyhalits unter Umwandlung von Anhydrit hindeutet.[19])

Während von m 38,70—50 die Schnüre im allgemeinen makroskopisch scharfe Grenzen aufwiesen, werden sie von m 51 ab etwas unscharf. Sie zeigen hier außerdem schwache flockige Ausblühungen, die auf das Vorhandensein von Kieserit schließen lassen. In Dünnschliffen aus dieser Region zeigte sich auch Kieserit neben Anhydrit und Polyhalit. Bei m 53 tritt zunächst noch eine Schnur auf, die im wesentlichen aus Anhydrit und Polyhalit besteht. Von m 55 ab werden die Ausblühungen sehr deutlich und an diesem Zeichen läßt sich das Vorhandensein von Kieserit ununterbrochen makroskopisch bis zum Hangenden verfolgen.

Mit dem Auftreten des Kieserits geht eine Änderung im Aussehen des Steinsalzes annähernd parallel. Es wird von hier ab feinspätig und nimmt graue Farbe an, die weiterhin an sämtlichen Bänken zu beobachten ist. Außerdem sind hier die Jahresringe weniger zahlreich als in den liegenden Partien, die akzessorischen Mineralien sind aber zum Teil mit dem Steinsalz inniger vermengt.

Bei m 55 fiel in der Sohle des Bremsbergs eine eigentümlich bläulich gefärbte Lage auf, die sich bei der Untersuchung im Pulverpräparat als Carnallit erwies. Von diesem ersten makroskopisch sichtbaren Auftreten des Carnallits an beteiligt sich das Mineral in stetig zunehmender Menge am Aufbau des Salzlagers. Es lassen sich nun zwischen starken Steinsalzbänken allmählich immer stärker werdende Lagen von rötlichem Carnallit beobachten, und es kommt bald zur Ausbildung eines Trümmercarnallits, der allerdings, wie bereits erwähnt worden ist, bis zur Steinsalzwurmbank noch von einer Anzahl teilweise zusammenhängender Steinsalzbänke durchsetzt ist. An Stellen, die längere Zeit einem feuchten Wetterstrom ausgesetzt sind, zeigt sich an den auftretenden Ausblühungen, daß der Trümmercarnallit fein mit Kieserit durchsetzt ist. Im Dünnschliff wurde das Zusammenauftreten von Carnallit mit Kieserit und Steinsalz bestätigt. In Bezug auf die einzelnen Mineralien ist zu bemerken, daß der Carnallit meist ausgeprägte Zwillingslamellierung und häufig unregelmäßig gelagerte Flüssigkeitseinschlüsse zeigt; seltener finden sich dagegen Einlagerungen von Eisenglanz. Der Kieserit ist im allgemeinen ziemlich feinkörnig ausgeschieden, mitunter tritt er jedoch auch in größeren Individuen auf (m 85,5). Die Umrisse sind in diesem Falle meist stark ver-

[19]) Vgl. H. Lück, l. c. S. 18, Abb. 26.

rundet, und die einzelnen Kristalle lassen vielfach die für das Material typische Zwillingsbildung erkennen (Fig. 6 S. 28).

Bis zur Steinsalzwurmbank ändert sich der Charakter des Salzes nur insofern, als die Carnallitausscheidung immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Besondere Erwähnung verdient es, daß der Carnallit in den Umbiegungsstellen der Steinsalzbänke sich von dem übrigen Carnallit deutlich unterscheidet. Während der letztere stets mit Kieserit gemengt erscheint, ist der Carnallit hier frei von dieser Beimischung und zeichnet sich außerdem durch grobkristalline Ausbildung aus. Dies zeigt sich bereits makroskopisch an dem deutlich muschligen Bruch, der dem Carnallitmineral eigentümlich ist, bei dem als Trümmercarnallit bezeichneten Salzgestein aber naturgemäß weniger in Erscheinung tritt.

Im Dünnschliff wurde die Reinheit dieses Materials bestätigt. Man hat anzunehmen, daß es sich an diesen Stellen um posthume Carnallitbildung handelt, die auf Durchtränkungsvorgängen beruht. Bei der tektonischen Veränderung des Lagers mögen die scharfen Umbiegungsstellen der Steinsalzbänke nicht völlig mit festem Salz ausgefüllt worden sein; es konnten sich daher an diesen Stellen Laugen ansammeln, aus denen im Laufe der Zeit Carnallit auskristallisierte. Die Hohlräume scheinen dabei nicht immer ganz ausgefüllt zu sein, denn gelegentlich ließ sich zwischen der Steinsalzbank und dem neugebildeten Carnallit ein Zwischenraum von einigen Millimetern feststellen, der auf Auswitterung nicht beruhte.

Während der Carnallit bis etwa zur Steinsalzwurmbank durchweg rötlich gefärbt ist, nimmt er bald darüber zum Teil graue Farbe an. Außerdem macht sich mit zunehmender Höhe im Vertikalprofil ein Ansteigen des Tongehalts bemerkbar.

Für die Beurteilung der genetischen Verhältnisse des Lagers, insbesondere der posthumen Veränderungen, ist das Auftreten eines akzessorischen Minerals, des Tachhydrits, in den hangenden Teilen des Lagers von erheblicher Bedeutung. Der Tachhydrit fehlt in den liegenden Teilen der Lagerstätte vollständig, und sein Vorkommen ist auf einen ziemlich eng begrenzten Teil der oberen Horizonte beschränkt. Das Mineral kann erst in 4—5 m Höhe oberhalb der Steinsalzwurmbank konstatiert werden. Obwohl es hier nur in ganz geringer Menge vorhanden ist, macht es sich infolge seiner außerordentlich starken Hygroskopizität dadurch leicht bemerkbar, daß der Stoß nach dem Berauben sehr schnell feucht anläuft, wie es nicht in gleichem

Maße bei tachhydritfreien Salzen der Fall ist. In den höheren Horizonten kann man dann den Tachhydrit auch makroskopisch in etwa erbsengroßen honiggelben Individuen wahrnehmen, die im Carnallit unregelmäßig eingesprengt sind. In etwa 12—14 m oberhalb der Steinsalzwurmbank liegt das Maximum des Tachhydritgehalts, der stellenweise bis zu 8% beträgt; er tritt hier ebenfalls in Carnallit fein verteilt auf, zum Teil ist er jedoch auch an kieseritisch-tonige Lagen gebunden. Seltener finden sich in diesem Horizonte Nester, die aus Aggregaten groß ausgebildeter Individuen bestehen. Sehr deutlich wahrnehmbar ist der Tachhydritgehalt auch an alten Streckenstößen, wo sich typische Auswitterungen herausbilden.[20])

Die makroskopische Beobachtung und die chemische Analyse ergibt, daß von etwa 14 m oberhalb der Steinsalzwurmbank der Tachhydritgehalt abnimmt.

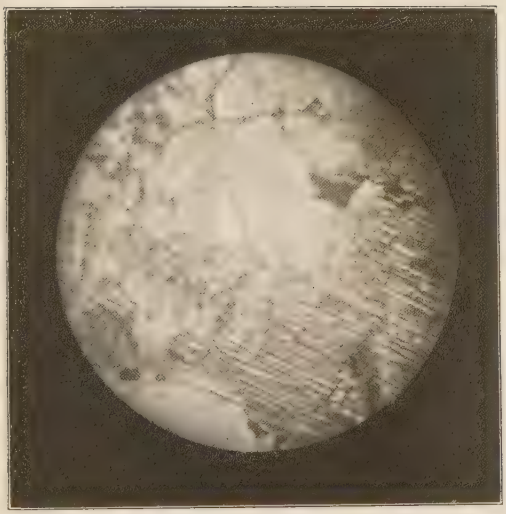
Etwa in derselben Höhe, in der der Trümmercarnallit nur wenige Meter unter dem grauen Salzton in ein Schichtgestein übergeht, treten große Anhydritkristalle von 1,0—1,5 cm Kantenlänge auf, die auf sekundäre Entstehung zurückzuführen sind, wie P. Kling[21]) bereits ausgeführt hat. Sie sind zum Teil gut ausgebildet, teils weisen sie dagegen Korrosionserscheinungen auf (Taf. III), was als sicherer Beweis für Durchtränkungsvorgänge in diesem Teile des Lagers zu betrachten ist.

In den Dünnschliffen der Regionen oberhalb der Steinsalzwurmbank erscheint der Kieserit gewöhnlich recht feinkörnig ausgeschieden und es treten an den Rändern der einzelnen oft schnurartig angeordneten Körner meist tonige Beimengungen auf. Der Carnallit ergibt in den Dünnschliffen dieser Regionen das gleiche Bild wie in denjenigen der liegenden Partien.

Von etwa 7 m oberhalb der Wurmbank war in den Schliffen auch Tachhydrit zu konstatieren, der sich durch seine leuchtenden Polarisationsfarben (2. und 3. Ordnung bei der üblichen Dicke des Schliffs) und durch seine Lichtbrechung (ca. 1,52, also höher als Carnallit und Sylvin) leicht kenntlich macht. Besonders gut war er gelegentlich im konvergent polarisierten Licht zu erkennen, da er als einziges der vorhandenen Minerale einachsig und negativ doppelbrechend ist. Es ge-

---

[20]) P. Kling, l. c., Photogr. v. d. Hall. Kaliwerken.
[21]) P. Kling, l. c.



III. Anhydritkristall mit ausgeprägten Korrosionserscheinungen und deutlichen Spaltrissen.

mgt jedoch nur selten ein gutes Achsenbild zu erhalten, da in den Schliffen nicht oft ein günstiger Schnitt vorliegt.

Wesentlich ist das Auftreten von Sylvin und zwar in besonders reichlicher Menge in den Zonen, die sich zugleich durch höheren Tachhydritgehalt auszeichnen. Der Sylvin tritt dabei nur in Körnern von geringer Größe auf, die gewöhnlich von Carnallit umgeben sind, und mitunter einheitliche Carnallitkristalle durchsetzen, was auf sekundäre Bildung aus Carnallit hindeutet. Der makroskopischen Beobachtung waren diese Sylvineinsprenglinge infolge ihrer Kleinheit entgangen, jedoch traten an einigen Stellen in den hangendsten Partien der Salzmünder Strecke Nester von weißem Sylvin auf, die zwar an sich von untergeordneter Bedeutung sind, wohl aber als sekundäre Bildungen aus Carnallit erwähnt zu werden verdienen. Interessant ist es ferner, daß in der Nähe der genannten Sylvinnester das im übrigen carnallitische Salz sylvinitischen Charakter annahm, ein Umstand, der als Hinweis auf die Entstehung der Hartsalze zu betrachten ist. In größerem Maße als im Felde von Krügershall war die Metamorphose des Carnallitgesteins zu Hartsalz im Bergwerk Salzmünde zu beobachten. Von Wichtigkeit ist hier, daß die Grenze zwischen beiden Salzgesteinen stets recht scharf ausgebildet ist, und daß das Hartsalz geschichtet ist, während das Carnallitgestein brecciöse Struktur besitzt. In diesem Unterschiede hat man einen sicheren Beweis für die zeitliche Entstehung der Hartsalze; zugleich mit dem Beginn der tektonischen Veränderung der Salzlager trat eine teilweise Durchtränkung ein, die an verschiedenen Stellen wechselnde Intensität erreichte. Hierdurch wurden lokal Hartsalze gebildet, deren Schichtung auch bei wachsendem Gebirgsdruck bestehen blieb, da sie weit widerstandsfähiger waren als das Carnallitgestein, das demgemäß in ein klastisches Gestein verwandelt wurde.

Die Paragenese Carnallit-Sylvin-Tachhydrit mag hier nur kurz erwähnt werden, da sie von P. Kling[22]) eingehend gewürdigt ist. Sie bietet einen Beweis für die sekundäre Entstehung des Tachhydrits unter dem Einfluß chlormagnesiumhaltiger Laugen. Wie weit die Tachhydritisierung des Lagers fortgeschritten ist, hängt im wesentlichen von dem Grade der Durchtränkung ab, die z. B. in Krügershall nicht beträchtlich gewesen zu sein scheint, da hier nur in den hangenden Partien Tachhydrit entstanden ist.

---

[22]) P. Kling, l. c.

Zusammenfassend sei hier nochmals hervorgehoben, daß die Bildung der erwähnten großen Anhydritkristalle, des Sylvins und des Tachhydrits als Folge desselben Umwandlungsprozesses, der Durchtränkung des Lagers, aufzufassen sind.

Von akzessorischen Gemengteilen wurde außer dem Tachhydrit Borazit beobachtet. Dieser tritt in sämtlichen Horizonten des Carnallithalits und des Halitcarnallits in wechselnder Menge auf und erscheint teils in mikroskopisch kleinen Kristallen, teils in erdiger Ausbildung als sogenannter Staßfurtit. Im letzteren Falle trat er häufig als Begleiter von Kieseritschnüren auf, die sich dann durch sehr helle Farbe auszeichnen, oder er bildete knollen- und linsenförmige Konkretionen, die nicht selten von Carnallit oder Tachhydrit durchsetzt sind.[23]) Im Dünnschliff konnte Borazit zum ersten Male bei m 63 des Profils festgestellt werden, wo das Mineral in vereinzelten Anhäufungen von sehr gut ausgebildeten Würfeln mit abgestumpften Ecken auftrat und sich durch starke Licht- und schwache Doppelbrechung deutlich heraushob. Der Versuch einer Abscheidung des Borazits aus dieser Probe nach der Schwere mißlang, da die Kristalle nur $^1/_{40}$—$^1/_{30}$ mm im Durchmesser besitzen.

Fig. 6. Typische Ausbildung der Grundmasse des kieseritischen Carnallithalits.

In den Lösungsrückständen wurde gelegentlich Quarz festgestellt, der entweder in gut ausgebildeten Kristallen vorlag oder auch in kleinen Splittern auftrat.

---

[23]) M. Naumann, Zeitschr. Kali 1913 VII. Jahrg. H. 17.

Die Untersuchung des grauen Salztons ergab, daß die liegenden Partien vorwiegend aus Anhydrit bestehen, mit dem in wechselnder Menge Ton zusammen auftritt. Der Anhydrit ist meist ganz feinkörnig ausgeschieden, nur wenn er als Ausfüllung von Spalten vorhanden ist, erscheint er gut kristallisiert und ist zum Teil faserig ausgebildet (Fig. 7 S. 36). Die mittleren und hangenden Partien weisen höheren Tongehalt auf, während der Anhydrit zurücktritt. Daneben konnte besonders Quarz beobachtet werden. Die Carbonate, deren Vorhandensein durch Behandlung mit Salzsäure nachgewiesen war, wurden durch den Ton stark verhüllt und konnten daher nicht identifiziert werden.

III. Ergebnisse der chemischen Analysen.

Die chemische Analyse zeigte, daß die liegenden Partien des älteren Steinsalzes besonders Anhydrit enthielten. Es liegt also ein

Anhydrithalit

vor, der sich nach den als Akzessorien auftretenden Mineralien in zwei Teile gliedert, nämlich in den

a) polyhalitischen Anhydrithalit m 0—48 und

b) kieseritischen Anhydrithalit m 48—58.

Die erste Region (a) besteht aus Steinsalz mit Anhydrit- und Polyhalitschnüren, wobei, wie gelegentlich der petrographischen Beschreibung des Lagers bereits erwähnt, die beiden letztgenannten Mineralien in den einzelnen Schnüren meist paragenetisch vorkommen. — Der Hauptbestandteil ist Steinsalz, das bei m 46—48 mit 89,84% sein Maximum erreicht, während sein Minimum bei m 36—40 liegt, wo seine Menge 77% beträgt. — Der Anhydritgehalt ist in der ganzen Zone beträchtlich, seine Werte schwanken zwischen 18,46% (m 24—36) und 6,76%. — Der Gehalt an Polyhalit ist mit Ausnahme der Probe von m 40—42, wo er mit 9,06% sein Maximum erreicht, stets geringer als die Anhydritmenge. Als mittlere Zusammensetzung dieser Zone ergibt sich:

Steinsalz 84,3%
Anhydrit 11,6%
Polyhalit 4,1%

Von m 48 ab macht sich eine relativ erhebliche Abnahme der

calciumhaltigen Mineralien bemerkbar, während zugleich Kieserit in größerer Menge auftritt.

Der durchschnittliche Steinsalzgehalt beträgt 89%. Der Anhydritgehalt erreicht in dieser Zone im Maximum nur noch 7,56%, im Mittel beträgt er 5,5%. Der Polyhalitgehalt beläuft sich im Mittel auf 1,1%.

Der Kieserit, der in der Probe von m 46—48 mit 0,46% ermittelt war, steigt bei m 50—52 auf 4,72% an und ergibt als Durchschnitt 4,3%.

Die Probe von m 56—58 zeigte bereits einen geringen Carnallitgehalt, der weiterhin allmählich ansteigt. Es wurde daher bei m 58 die Grenze des

Anhydritischen Carnallit-Kieserithalits

angenommen (m 58—72).

In dieser Zone zeigt sich eine weitere Abnahme des Anhydritgehalts, während gleichzeitig eine Zunahme der magnesiumhaltigen Salze zu konstatieren ist. Jedoch nimmt der Gehalt an Magnesium schneller zu als der Abnahme von Calcium entspricht, und zwar geschieht dies auf Kosten des Steinsalzgehalts, der im Durchschnitt mit 84,8% ermittelt wurde. Der durchschnittliche Anhydritgehalt beträgt in dieser Zone 3,9% gegenüber 5,5% in der vorhergehenden. — Der Kieseritgehalt steigt auf 11,74% und beträgt im Mittel 7,1%. — Der mittlere Carnallitgehalt ist in dieser Region mit 4,2% ermittelt worden, das Maximum erreichte er mit 7,14% bei m 64—66.

An diese Zone schließt sich der

Kieseritische Carnallithalit

an (m 72—160).

Von akzessorischen Mineralien ist in diesem Horizont nur der Kieserit von Bedeutung, dessen Gehalt im Maximum 14,63% beträgt, während als Mittelwert 11,3% erhalten wurde. — Der Anhydritgehalt, der in der vorhergehenden Zone zum Teil noch recht beträchtlich war, tritt hier stark zurück; er beträgt im Durchschnitt 0,6%. — Der Carnallitgehalt dieser Region ist bereits so bedeutend, daß die oberen Teile abbauwürdig sind. Als Durchschnittswert ergibt sich 31,6%.

Die Zusammensetzung der Salzgesteine bis zur Steinsalzwurmbank ist übersichtlich zusammengestellt in der folgenden Tabelle.

Meterzahl	SO_4	Ca	Mg	Steinsalz	Anhydrit	Polyhalit	Kieserit	Carnallit
0—12	7,19	3,04		89,75	10,16			
12—24	8,24	3,35	0,05	88,28	10,89	0,83		
24—36	13,06	5,42		81,00	18,46			
36—40	16,11	5,92	0,25	77,00	17,47	5,67		
40—42	11,87	3,73	0,36	82,50	8,45	9,06		
42—44	12,09	4,10	0,28	82,67	10,95	6,38		
44—46	11,50	3,79	0,20	83,16	9,42	7,42		
46—48	7,01	2,39	0,20	89,84	6,76	2,94	0,46	
48—50	9,09	2,50	0,71	87,25	7,56	1,68	3,51	
50—52	7,15	1,40	0,91	89,52	3,87	1,89	4,72	
52—54	7,61	1,88	0,81	89,01	5,84	0,72	4,43	
54—56	7,61	1,91	0,80	88,64	5,96	1,11	4,29	
56—58	6,44	1,32	0,87	90,20	4,34	0,30	4,59	0,57
58—60	7,41	1,15	1,49	86,56	3,91		7,38	2,15
60—62	7,15	1,38	1,31	86,92	4,76		6,17	2,15
64—66	11,90	1,69	2,50	75,95	5,74		11,17	7,14
66—68	7,15	1,17	1,25	88,07	3,97		6,26	1,70
68—70	5,62	0,64	1,55	86,15	2,17		5,90	5,78
70—72	5,80	0,77	1,58	85,10	2,61		5,71	6,58
72—77	6,93	0,21	3,64	67,24	0,71		9,26	22,79
77—82	8,13		4,17	61,08	0,26		14,63	24,01
82—87	7,89		5,05	53,44	0,33		11,83	34,42
87—92	7,61	0,12	5,22	51,20	0,41		10,54	38,21
92—160	8,03	0,37	5,21	49,76	1,25		10,30	38,67

Bei m 160 liegt die Grenze des
Kieseritischen Halitcarnallits.
Die Ergebnisse der Analysen sind:

I. Analyse (m 160—164, entsprechend m 0—4 über der Steinsalzwurmbank).

Ca	=	0,59
Mg	=	6,54
K	=	8,16
Na	=	12,51
SO_4	=	7,22
Cl	=	41,21
H_2O	=	23,40
Unl.	=	0,95
		100,58

Der unlösliche Rückstand enthielt 0,62% Anhydrit. Unter Berücksichtigung dieses Umstandes ergab sich:

$CaSO_4$	=	2,62
$MgSO_4$	=	7,28
$MgCl_2$	=	19,50
KCl	=	15,56
NaCl	=	31,80
H_2O	=	23,40
$Al_2O_3 + SiO_2$	=	0,33
		100,49

Auf Mineralprozente umgerechnet wurde gefunden:

Anhydrit	=	2,62
Kieserit	=	8,36
Carnallit	=	56,88
Sylvin	=	0,29
Steinsalz	=	31,80
Ton	=	0,41

Auffallend ist hier das starke Emporschnellen des Carnallitgehaltes von 38,67% bei m 92—160 auf 56,88% in der vorliegenden Analyse; jedoch ist dies durch das Zurücktreten der Steinsalzbänke erklärlich. Neben dem zu 0,29% ermittelten Sylvingehalt konnten Spuren von Tachhydrit durch alkoholischen Ca-Auszug qualitativ nachgewiesen werden.

II. Analyse (m 164—168, bezw. m 4—8).

Ca	=	0,85
Mg	=	7,58
K	=	10,12
Na	=	7,84
SO_4	=	9,85
Cl	=	37,46
H_2O	=	25,73
Unl.	=	0,63
		100,06

Das entspricht:

$CaSO_4$	=	2,88
$MgSO_4$	=	9,98
$CaCl_2$	=	0,17
$MgCl_2$	=	21,77
KCl	=	19,18
NaCl	=	19,72
H_2O	=	25,73
SiO_2	=	0,37
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	=	0,26
		100,06

Auf Mineralprozente umgerechnet:

Anhydrit	=	2,88
Kieserit	=	11,47
Carnallit	=	62,62
Sylvin	=	2,37
Tachhydrit	=	0,79
Steinsalz	=	19,72
Quarz	=	0,06
Ton	=	0,66

Mit der Zunahme des Tachhydritgehalts ist eine relativ erhebliche Steigerung des Sylvingehalts Hand in Hand gegangen. Zugleich ist der Carnallitgehalt auf Kosten des Steinsalzes weiterhin angewachsen. In den Anhydrit- und Kieseritwerten ist ebenfalls eine Steigerung zu bemerken.

III. Analyse (m 168—172, bezw. m 8—12).

Ca	=	1,13
Mg	=	7,46
K	=	10,02
Na	=	7,73
SO_4	=	10,76
Cl	=	36,81
H_2O	=	25,86
Unl.	=	0,67
		100,44

$CaSO_4$	=	3,06
$MgSO_4$	=	10,87
$CaCl_2$	=	0,72
$MgCl_2$	=	20,60
KCl	=	19,11
NaCl	=	19,45
H_2O	=	25,86
SiO_2	=	0,19
Ton	=	0,48
		100,34

Als Mineralien berechnet:

Anhydrit	=	3,06
Kieserit	=	12,50
Carnallit	=	60,08
Sylvin	=	2,98
Tachhydrit	=	1,73
Steinsalz	=	19,45
Quarz	=	0,19
Ton	=	0,48

Gegenüber der vorhergehenden Analyse sind nur geringe Änderungen eingetreten. Der Kieserit- und Tachhydritgehalt haben um je ca. 1% zugenommen, während der Carnallitgehalt um etwa 2% geringer ist.

IV. Analyse (m 172—176, bezw. m 12—16).

Ca	=	1,14
Mg	=	7,38
K	=	10,69
Na	=	6,65
SO_4	=	7,22
Cl	=	38,14
H_2O	=	27,48
Unl.	=	1,71
		100,41

$CaSO_4$	=	3,13
$MgSO_4$	=	7,01
$CaCl_2$	=	1,27
$MgCl_2$	=	23,34
KCl	=	20,40
NaCl	=	16,89
H_2O	=	27,48
SiO_2	=	0,29
Ton	=	0,61
		100,42

Daraus ergibt sich:

Anhydrit	=	3,13
Kieserit	=	8,06
Carnallit	=	61,63
Sylvin	=	3,86
Tachhydrit	=	5,92
Steinsalz	=	16,89
Ton	=	0,61
Quarz	=	0,29

Im Vergleich mit den andern Analysen fällt der relativ beträchtliche Tachhydritgehalt auf und der in Verbindung damit auftretende Gehalt an freiem Sylvin. Sonst ist gegenüber der vorhergehenden Analyse eine wesentliche Verschiedenheit nicht vorhanden; es möge nur darauf hingewiesen werden, daß der Kieseritgehalt geringer ist.

Besonders einfach läßt sich ein Überblick über die einzelnen Teile dieser Zone gewinnen bei Anwendung der von H. E. Boeke vorge-

schlagenen graphischen Darstellung der Analysenergebnisse von Salzgesteinen.[24]) Die für diese Darstellung erforderliche Umrechnung der Analysenresultate ergibt:

I. Analyse		II. Analyse	
c	= 22,3	*c*	= 27,5
s	= 8,5	*s*	= 12,3
ma	= 8,5	*ma*	= 12,6
a	= 2,2	*a*	= 2,6
k	= 1,1	*k*	= 4,0
n	= 57,5	*n*	= 41,0

III. Analyse		IV. Analyse	
c	= 25,6	*c*	= 31,5
s	= 12,8	*s*	= 10,1
ma	= 14,0	*ma*	= 11,4
a	= 3,5	*a*	= 3,8
k	= 4,7	*k*	= 6,3
n	= 39,5	*n*	= 36,6

Aus den beistehenden Figuren (Nr. 8—11) ist ohne weiteres ersichtlich, daß es sich bei der ersten Analyse (Fig. 8) um ein normales Carnallitgestein handelt, das nur einen geringen Sylvingehalt hat.

Fig. 7. Spalte in grauem Salzton, mit faserigem Anhydrit ausgefüllt.

Die Figuren Nr. 9—11 lassen erkennen, daß außer den gewöhnlichen Bestandteilen Tachhydrit vorhanden ist (die Linie ***am-s***

[24]) H. E. Boeke, Übersicht der Mineralogie und Geologie der Kalisalzlagerstätten. Berlin 1909, Seite 33 und Neues Jahrbuch f. Mineral. usw. 1909. II. 29.

fällt nach *s* zu ab), während zugleich eine Zunahme des Sylvingehalts stattgefunden hat.

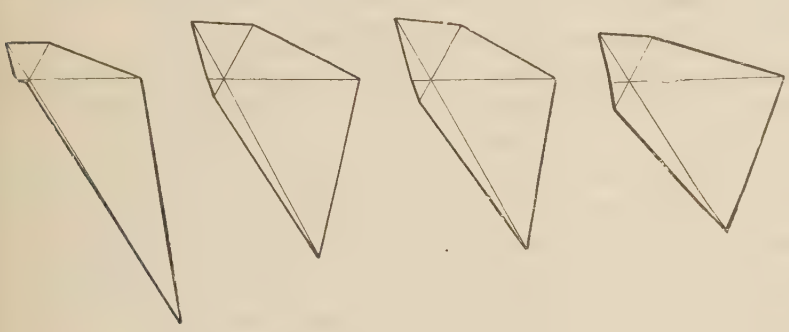


Fig. 8. (Analyse I) Fig. 9. (Analyse II) Fig. 10. (Analyse III) Fig. 11. (Analyse IV)

Die durchschnittliche Zusammensetzung der Zone des Halitcarnallits ergibt:

Carnallit	=	60 %
Sylvin	=	2,6 %
Steinsalz	=	21,4 %
Anhydrit	=	3,0 %
Kieserit	=	10,5 %
Tachhydrit	=	2,1 %

Einen Überblick über die Zusammensetzung des gesamten Profils nach Mineralprozenten gibt nebengehende Fig. 12.

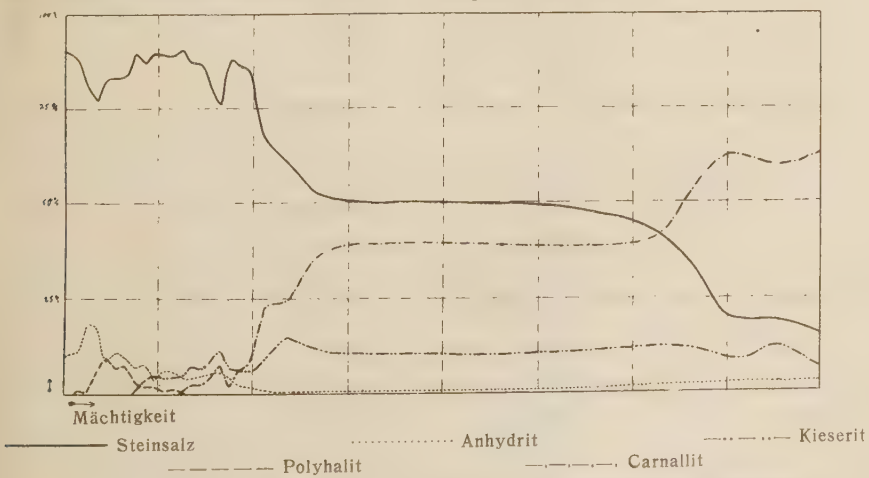


Fig. 12. Übersicht über die Ergebnisse der chemischen Analysen.

Zum Schluß mag noch darauf hingewiesen werden, daß der Carnallit praktisch verwertbare Mengen von Brom führt, und daß außerdem ein geringer Rubidiumgehalt ermittelt ist.

Von dem grauen Salzton wurden drei Vollanalysen ausgeführt, und zwar erfolgte die Auswahl der Proben, nachdem auf qualitativem Wege festgestellt war, daß die bei andern Salztonprofilen ermittelte Dreiteilung in anhydritische, tonig-sandige und carbonatische Region hier ebenfalls vorliegt. Die Grenze zwischen der anhydritischen und der tonig-sandigen Region wurde nach dem mikroskopischen Befunde bei m 3,5 angenommen, wo der Tongehalt beträchtlich wird. Die Grenze zwischen tonig-sandiger und carbonatischer Region wurde zunächst durch qualitative Kohlensäurebestimmung ermittelt und bei m 6,5 angenommen.

Zur Analyse wurden auf Grund dieser Vorprüfungen die Proben von m 1, 4,5 und 7,5 verwandt.

Die Analysen ergaben:

I. (m 1).

Al_2O_3	=	10,18
SiO_2	=	11,71
CaO	=	27,13
MgO	=	0,41
SO_3	=	39,58
CO_2	=	—
KCl + NaCl	=	4,51
FeO	=	0,21
Fe_2O_3	=	0,57
H_2O	=	4,79
		99,09

Auf Mineralprozente umgerechnet:

Anhydrit	=	65,89
Ton	=	25,10
(Rest Al_2O_3	=	0,28)
Kieserit	=	1,41
KCl + NaCl	=	4,51
FeO	=	0,21
Fe_2O_3	=	0,57
H_2O Rest	=	1,14

II. (m 4,5).

Al_2O_3	=	23,76
SiO_2	=	35,66
CaO	=	6,32
MgO	=	2,95
SO_3	=	13,55
CO_2	=	0,73
NaCl + KCl	=	5,02
FeO	=	0,97
Fe_2O_3	=	0,29
H_2O	=	10,22
		99,47

Umgerechnet:

Ton	=	60,22
freie Kieselsäure	=	7,57
Anhydrit	=	15,34
Kieserit	=	7,82
$MgCO_3$	=	1,40
KCl + NaCl	=	5,02
FeO	=	0,97
Fe_2O_3	=	0,29
H_2O Rest	=	0,90

III. (m 7,5).

Al_2O_3	=	16,32
SiO_2	=	23,01
CaO	=	11,93
MgO	=	10,98
SO_3	=	11,36
CO_2	=	15,03
KCl + NaCl	=	2,07
FeO	=	1,06
Fe_2O_3	=	0,19
H_2O	=	6,49
		98,44

Umgerechnet:

Ton	= 41,20
freie Kieselsäure	= 3,85
Anhydrit	= 19,32
$CaCO_3$	= 7,10
$MgCO_3$	= 22,89
$KCl + NaCl$	= 2,07
FeO	= 1,06
Fe_2O_3	= 0,19
H_2O Rest	= 0,77

Außer diesen Analysen wurde von jedem Meter des Profils eine quantitative Kohlensäurebestimmung ausgeführt, deren Resultate folgende sind:

m 1	2	3	4	
—	0,36	1,10	0,61	% CO_2
m 5	6	7	7,5	
1,6	6,81	14,15	15,03	% CO_2

(Die Bestimmung der Kohlensäure erfolgte nach der Methode von Classen durch Austreiben mit Salzsäure und Wägung von Natronkalkröhrchen, die zur Absorption dienten.)

Die quantitativen Analysen haben somit bestätigt, daß in den liegenden Partien der Anhydritgehalt überwiegt und daß nach dem Hangenden eine Zunahme der Tonsubstanz, freier Kieselsäure und der Carbonate stattfindet.

IV. Vergleich der Salzfolge von Krügershall mit derjenigen des Berlepsch-Bergwerks in Staßfurt.

Vergleicht man die Zusammensetzung der vorstehend behandelten Salzfolge mit der vom Berlepsch-Bergwerk in Staßfurt mehrfach beschriebenen, so ergibt sich, daß es dort zur Ausbildung von Zonen gekommen ist, die im Felde von Krügershall, und damit wohl auch im Gebiete der Mansfelder Mulde überhaupt, zurücktreten oder fehlen.

So ist z. B. eine eigentliche Polyhalitregion in Krügershall nicht zu konstatieren, wohl aber erinnert die Zusammensetzung der Zone von m 0—48 an m 36—58 des Berlepschprofils, wo sich ebenfalls neben überwiegendem Anhydritgehalt Polyhalit findet; jedoch ist hierbei zu bemerken, daß sowohl der Anhydrit- als auch der Polyhalit-

gehalt dieser Zone in dem Staßfurter Werk erheblich geringer sind als im Felde von Krügershall, ein Umstand, der sofort klar wird bei Gegenüberstellung der Analysenwerte für das Calcium. Es ergeben sich

für Staßfurt 0,73—2,35% Ca

gegenüber 2,39—5,92% Ca in Krügershall.

Die Zusammesetzung der nächsten Zone in Krügershall (kieseritischer Anhydrithalit) stimmt mit m 65—82 des Berlepschprofils recht gut überein. Die wesentlichen Bestandteile sind hier:

Berlepsch:	Anhydr.	Kies.	Polyh.	
m 65—82	4,3	4,1	1,0	%
Krügershall:				
m 45—58	5,5	4,3	1,1	%

Der Steinsalzgehalt dieser Zone wird für Berlepsch mit 85—87% angegeben, in Krügershall wurden 89% ermittelt. — Sylvin der in dieser Zone des Berlepsch-Bergwerks in relativ erheblicher Menge (bis ca. 9%) auftritt, wurde in Krügershall nicht konstatiert, jedoch fällt dieser Unterschied nicht erheblich ins Gewicht, da es sich um sekundäre Bildung handelt.

Weiterhin ist zu bemerken, daß gegenüber dem Staßfurter Lager der Anhydritgehalt beim Auftreten von Carnallit in Krügershall relativ langsamer abnimmt. Damit steht in direktem Zusammenhang, daß der Kieseritgehalt hier nicht die Höhe erreicht wie in Staßfurt. Es ist daher auch eine Kieseritregion im Maßstabe der Staßfurter auf Krügershall und damit wohl im Bereiche der Mansfelder Mulde nicht zu konstatieren.

Die Zone des kieseritischen Carnallithalits stimmt in beiden Werken gut überein. Die Werte für die einzelnen Mineralien sind:

	Steins.	Carn.	Kies.	Anhydr.
Berlepsch	55	32	12,4	0,6%
Krügershall	56,4	31,6	11,3	0,6%

Die Zone des kieseritischen Halitcarnallits in Krügershall zeichnet sich gegenüber der entsprechenden Staßfurter Region durch größeren Carnallitgehalt aus (60% : 51,5%), dagegen ist der Kieseritgehalt in Staßfurt um etwa 5% höher. Für Steinsalz und Anhydrit ergeben sich in beiden Werken für diese Zone ungefähr die gleichen Werte. Über das Vorhandensein von Sylvin fehlen für Staßfurt die Angaben; Tachhydrit durfte dort in den in Frage kommenden Schichten fehlen.[25])

---

[25]) Die Staßfurter Zahlen sind entnommen aus O. Riedel, l. c.

Aus den angeführten Vergleichszahlen geht hervor, daß der Unterschied zwischen der Ablagerung im Berlepsch-Bergwerk und derjenigen von Krügershall nur gradueller Natur ist, daß die Salzfolgen demnach als gleicher Typus zu betrachten sind. Da die vorhandenen Abweichungen zudem teilweise auf sekundären Bildungsprozessen beruhen, so muß man zu dem Schluß kommen, daß zur Zeit der Ablagerung der Zechsteinsalze ein ununterbrochener Zusammenhang zwischen dem Staßfurter Gebiet und dem Gebiet der Mansfelder Mulde bestanden hat, wie dies auch nach den geologischen Verhältnissen wahrscheinlich war.

Es sei an dieser Stelle noch kurz darauf hingewiesen, daß die einzelnen Werke der Mansfelder Mulde ausgezeichnete Beispiele für die Bedeutung posthumer Veränderungen bei der Ausgestaltung der Kalisalzlagerstätten darbieten. In einem verhältnismäßig so eng umgrenzten Gebiete, wie es die Mansfelder Mulde darstellt, dürfte es wohl sicher zur Ausbildung einer einheitlichen Salzfolge gekommen sein, die sich lokal wahrscheinlich nur unerheblich unterschieden hat. Heute dagegen finden wir recht erhebliche Unterschiede im petrographischen Charakter der Salze. So tritt zum Beispiel auf einer Reihe von Werken durchweg ein brecciöses Carnallitgestein mit wechselnden Mengen von Tachhydrit auf, während es auf anderen zur Hartsalzbildung gekommen ist. Ebenso sind die Lagerungsverhältnisse bald mehr bald weniger stark gestört. Daß die Veränderungen, die chemischen ebenso wie die dynamischen, gerade dort besonders stark sind, wo die tektonischen Kräfte am wirksamsten waren, ist einleuchtend und beweist die außerordentliche Bedeutung des Gebirgsdrucks bei der Metamorphose unserer Salzlagerstätten.

C. Zusammenfassung.

1. Die Salzlagerstätte von Krügershall besteht im liegenden Teile aus älterem Steinsalz, dessen Jahresringe vorwiegend von Anhydrit gebildet werden. Allmählich geht das Steinsalz in ein Carnallitgestein über, in dessen unterem Teile charakteristische Steinsalzbänke auftreten, die mit der „Steinsalzwurmbank“ abschließen. Das Salz unterhalb der Wurmbank und etwa 10 m Mächtigkeit des nach dem Hangenden folgenden Salzes sind als Trümmercarnallit ausgebildet, während die hangendsten Partien geschichtet sind.

2. Es wurde durch quantitative chemische Analyse und mineralogisch-petrographische Methoden ein durchgehendes Profil der älteren Salzfolge untersucht.
3. In den hangenden Partien (von etwa 4 m oberhalb der Wurmbank) wurde ein nicht sehr erheblicher Tachhydritgehalt konstatiert, mit dem ein Gehalt an Sylvin parallel geht.
4. Die Lagerstätte von Krügershall ist sekundär nicht unbeträchtlich verändert. Einerseits hat die Wirkung tektonischer Kräfte zur Ausbildung des Trümmercarnallits geführt, andrerseits haben Durchtränkungsprozesse zum Teil Umkristallisationen der Salze, zum Teil Neubildung von Mineralien bewirkt.
5. Der graue Salzton — untersucht an einem Profil aus dem Schacht der Gewerkschaft Saale bei Schlettau — zeigt die bekannte Gliederung in anhydritischen, tonig-sandigen und carbonatischen Teil.

D. Organische Reste aus dem Kalisalzlager von Krügershall.

Gelegentlich der Untersuchung eines Lösungsrückstandes aus dem Carnallit von etwa 10 m oberhalb der Steinsalzwurmbank wurden Coniferenpollen der von H. Lück[26]) beschriebenen Formen gefunden. Die Pollenkörnchen waren fast sämtlich dunkelbraun, teils sogar schwarz gefärbt, jedoch hatte dies seinen Grund darin, daß das Untersuchungsmaterial mit konzentrierter Säure behandelt war. Aus einer andern Probe (m 3 über der Wurmbank) gelang es eine beträchtliche Anzahl Pollen herauszupräparieren, die in sehr gutem Erhaltungszustand waren. Sie zeigten fast ausnahmslos lichtgelbe Farbe und ließen nach dem Einbetten in Toluol-Kanadabalsum auf den Flugsätzen deutlich die Netzäderung erkennen. (Fig. 13 und 13a.) Außerdem zeigte

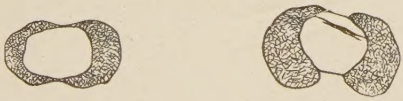


Fig. 13 und 13a. Coniferenpollen aus dem Carnallit.

der Mittelteil häufig einen in der Längsrichtung verlaufenden Sprung, wie es in Fig. 13a dargestellt ist.

Nach H. Lück kann es sich bei diesen Pollen nur um die „Pinaceenfamilie der Coniferen und auch da nur um die Unterfamilie der

[26]) H. Lück, l. c.

Abietineen", da sich nur bei diesen Pollen mit Flugblasen finden, handeln. Diese Beweisführung kann jedoch nicht als zwingend betrachtet werden, da uns von den Coniferen der Zechsteinzeit, also besonders Walchia und Ullmannia, Pollen nicht bekannt sind. Nach der Häufigkeit der Pollen könnte man aber gerade auf eine der Gattungen Walchia oder Ullmannia schließen, da diese im oberen Zechsteine sehr verbreitet waren und uns von ihnen auch Reste speziell aus Riffbildungen erhalten sind. —

Die vorliegende Untersuchung wurde im mineralogischen Institut der Universität Halle ausgeführt. Für die Anregung und liebenswürdige Unterstützung bin ich Herrn Prof. Dr. Boeke zu Dank verpflichtet, desgleichen Herrn Dr. M. Naumann für wertvolle Ratschläge bei der Ausführung der Arbeit. Für die in liebenswürdiger Weise erteilte Erlaubnis zum Befahren der Schächte Krügershall und Salzmünde möchte ich auch an dieser Stelle Herrn Generaldirektor Schweisgut verbindlichst danken, ebenso für die freundliche Unterstützung bei den Grubenfahrten den Herren Betriebsführer Lier-Krügershall, Direktor Pohl und Betriebsführer Granz-Salzmünde.

Halle, Mineralogisches Institut.

Lebenslauf.

Am 13. Februar 1891 bin ich, Kurt Theodor Heinrich Brunhöver, in Elbing in Westpreußen geboren. Ich bin evangelischen Bekenntnisses und preußischer Staatsangehöriger. Von Ostern 1897 bis Juli 1899 besuchte ich die Elementarschule zu Braunsberg in Ostpr. und darauf die Oberrealschule meiner Heimatstadt, die ich Ostern 1909 mit dem Reifezeugnis verließ. Ich widmete mich an der Universität Halle dem Studium der Chemie, Physik und Mathematik und seit S.-S. 1912 insbesondere der Mineralogie.

Ich hörte bei den Herren Dozenten: Boeke, Dorn, Eberhard, Gutzmer, Krüger, Tubandt, Uphues, Vorländer, Walther, Wangerin. Allen genannten Herren bin ich zu großem Danke verpflichtet.